

***EVALUACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE EN LAS
CONCESIONES FORESTALES
SAN MIGUEL Y LAGO REY***

Documento Técnico 98/2001

José Carlos Herrera F.

Autor

Contrato USAID: 511-C-00-93-00027-00

Chemonics International Inc.

USAID/Bolivia

Enero, 2001

Objetivo Estratégico de Medio Ambiente (USAID/Bolivia)

***Evaluación de la Fauna Silvestre
en las Concesiones Forestales
San Miguel y Lago Rey***

***Proyecto de Manejo
Forestal Sostenible
BOLFOR***

Cuarto Anillo
esquina Av. 2 de Agosto
Casilla 6204
Teléfonos: 480766 - 480767
Fax: 480854
e-mail: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo
Santa Cruz, Bolivia

*BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y el Gobierno de Bolivia e implementado por
Chemonics International, con la asistencia técnica del Tropical Research and
Development y Wildlife Conservation Society*

Agradecimientos

Deseo manifestar mi agradecimiento a las empresas Grupo RODA y La Chonta por la cooperación que brindaron durante los trabajos de campo.

Al Proyecto BOLFOP por apoyar la investigación para la conservación de la fauna en áreas de producción forestal.

A Todd Fredericksen por las sugerencias sobre muestreo y revisión del documento.

A los estudiantes de biología, Ingrid Vaca y Kathia Fuentes, que colaboraron con los trabajos de campo.

Al personal de apoyo: Miguel A. Chávez, Oscar y Juan.

Un especial agradecimiento a Daniel Nash y Delicia Gutiérrez por las correcciones y edición del presente documento técnico.

Resumen Ejecutivo

En el presente estudio, se comparó la abundancia de huellas de vertebrados terrestres entre un área aprovechada y una no aprovechada en el bosque chiquitano (concesión forestal San Miguel) y en el bosque semidecídulo del Bajo Paraguá (concesión forestal Lago Rey). Para este efecto, se realizaron capturas de pequeños mamíferos en áreas aprovechadas y no aprovechadas en el Bajo Paraguá y, como apoyo, se efectuaron transectos en ambas concesiones, en áreas aprovechadas y no aprovechadas.

En San Miguel, las abundancias de mamíferos y aves fueron similares en general. En un análisis por grupos, los mamíferos grandes y medianos disminuyen con el aprovechamiento y los pequeños aumentan; sin embargo las diferencias no son significativas. En el área aprovechada, se registraron 11 especies de mamíferos y 12 en el área no aprovechada. En ambas, el huaso (*Mazama americana*), la urina (*M. gouazoubira*), los ratones (familia Muridae) y el tapití (*Sylvilagus brasiliensis*) fueron los mamíferos más abundantes.

En el área aprovechada de Lago Rey, la abundancia de huellas de mamíferos grandes aumenta y la de mamíferos medianos y pequeños disminuye con respecto al área no aprovechada; no obstante, dichas diferencias no son significativas. En el área aprovechada, se registraron 12 especies de mamíferos y 13 en el área no aprovechada. En ambas, el jochi colorado (*Dasyprocta* sp.) y los ratones (familia Muridae) fueron los mamíferos más abundantes. La frecuencia de capturas fue mayor en el área aprovechada con respecto a la no aprovechada, y en ambas los géneros más abundantes fueron *Akodon* y *Oryzomys*. En el área aprovechada, no se capturaron marsupiales y apareció otra especie de roedor (*Oligoryzomys* sp.).

Los resultados de este estudio indican que la extracción forestal tiende a beneficiar o perjudicar a determinados grupos de mamíferos terrestres, lo cual se comprobó mediante la abundancia de huellas en áreas aprovechadas y no aprovechadas.

Tabla de Contenido

SECCION I	INTRODUCCION	I-1
	A. Areas de Investigación	I-1
SECCION II	METODOS	II-1
	A. Parcelas de Huellas	II-1
	B. Otros Métodos de Apoyo	II-1
	C. Análisis Estadístico	II-2
SECCION III	RESULTADOS	III-1
	A. San Miguel	III-1
	B. Lago Rey	III-5
SECCION IV	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	IV-1
	A. San Miguel	IV-1
	B. Lago Rey	IV-1
SECCION V	RECOMENDACIONES	V-1
SECCION VI	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	VI-1

SECCION I

Introducción

A partir del año 1997, la extracción de productos maderables en el oriente boliviano está enmarcada en un nuevo régimen forestal (Ley 1700, reglamento y normas técnicas) que tiene como objetivo aprovechar el bosque con un mínimo impacto en los ecosistemas para garantizar su uso sostenido. El nuevo régimen requiere una base científica sólida que se apoye en investigaciones ecológicas efectuadas en áreas de manejo forestal.

Los estudios básicos, como los de composición de fauna y flora, son importantes para registrar las perturbaciones que pueden producirse antes, durante y después del aprovechamiento forestal. El presente estudio tiene como objetivo evaluar y comparar la abundancia y diversidad de fauna silvestre en áreas aprovechada en 1999 (AAA-99) y no aprovechadas (AAA-2001) en dos concesiones forestales (San Miguel y Lago Rey). Los resultados ayudarán a plantear preguntas de investigación básica sobre fauna silvestre, de corto y largo plazo, en las áreas de producción forestal.

A. Areas de Evaluación

Las concesiones forestales San Miguel y Lago Rey se encuentran en el Escudo Precámbrico, pero tienen características físicas y biológicas diferentes. A continuación, se describen brevemente las características de las dos áreas de estudio.

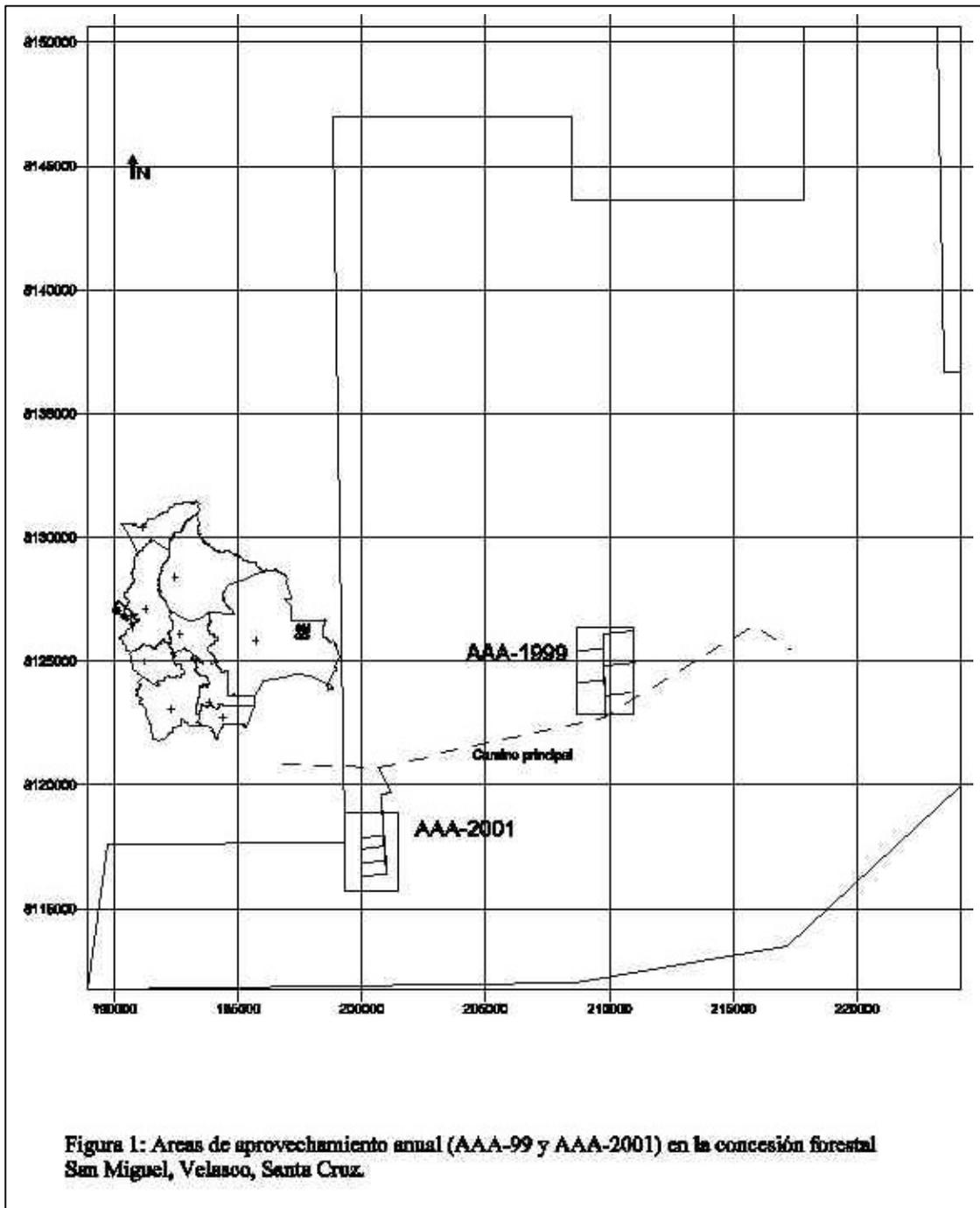
A1. San Miguel

Esta concesión, sujeta a manejo forestal según lo especifica la legislación forestal boliviana, se halla ubicada en la provincia Velasco del departamento de Santa Cruz (Figura 1). Los datos de la estación meteorológica de San Ignacio indican que la zona tiene una temperatura promedio anual de 16.1°C, una precipitación promedio anual de 1.175 mm y una humedad relativa promedio de 66% (Arce 1998). El clima de la región presenta una estacionalidad marcada, con una época seca que abarca desde junio a octubre y una lluviosa de noviembre a mayo. La topografía de la zona se caracteriza por colinas ligeramente disectadas que forman valles. Cerca de los cuerpos de agua, se encuentran pampas casi planas con vegetación de transición entre bosque chiquitano y pantanal (Arce 1998).

El área de manejo abarca una superficie de 87.56 ha de bosque chiquitano y comprende bosque alto ralo (47.23%), bosque alto denso (13.53%), bosque mediano denso (18.51%), bosque mediano ralo (13.96%) y bosque bajo y pastizales (5.53%), además de un porcentaje clasificado como bosque de serranía (1.24%) (Arce 1998).

El área se viene aprovechando desde hace 20 años, habiéndose extraído inicialmente morado (*Machaerium scleroxylon*) y posteriormente roble (*Amburana cearensis*). En la actualidad, se aprovechan 15 de las 72 especies arbóreas identificadas (con dap mayor a 20 cm) en inventarios forestales efectuados en la concesión. La densidad de árboles maderables y no maderables, con

dap mayor a 20 cm, es de 143.91 árboles/ha, el área basal es de 13.82 m²/ha y el volumen corresponde a 41.47 m³/ha (Arce 1998).



La zona frecuentemente es amenazada por incendios forestales, que se originan en áreas aledañas donde los pobladores queman pastizales y chacos (Herrera 2000).

La empresa concesionaria tiene objetivos específicos para la conservación de la fauna silvestre, habiendo designando áreas de protección (9.37 ha), respetado las reservas ecológicas (orillas de los cuerpos de agua), restringido la cacería y dotado de alimento a los trabajadores de campo (Arce 1998).

A2. Lago Rey

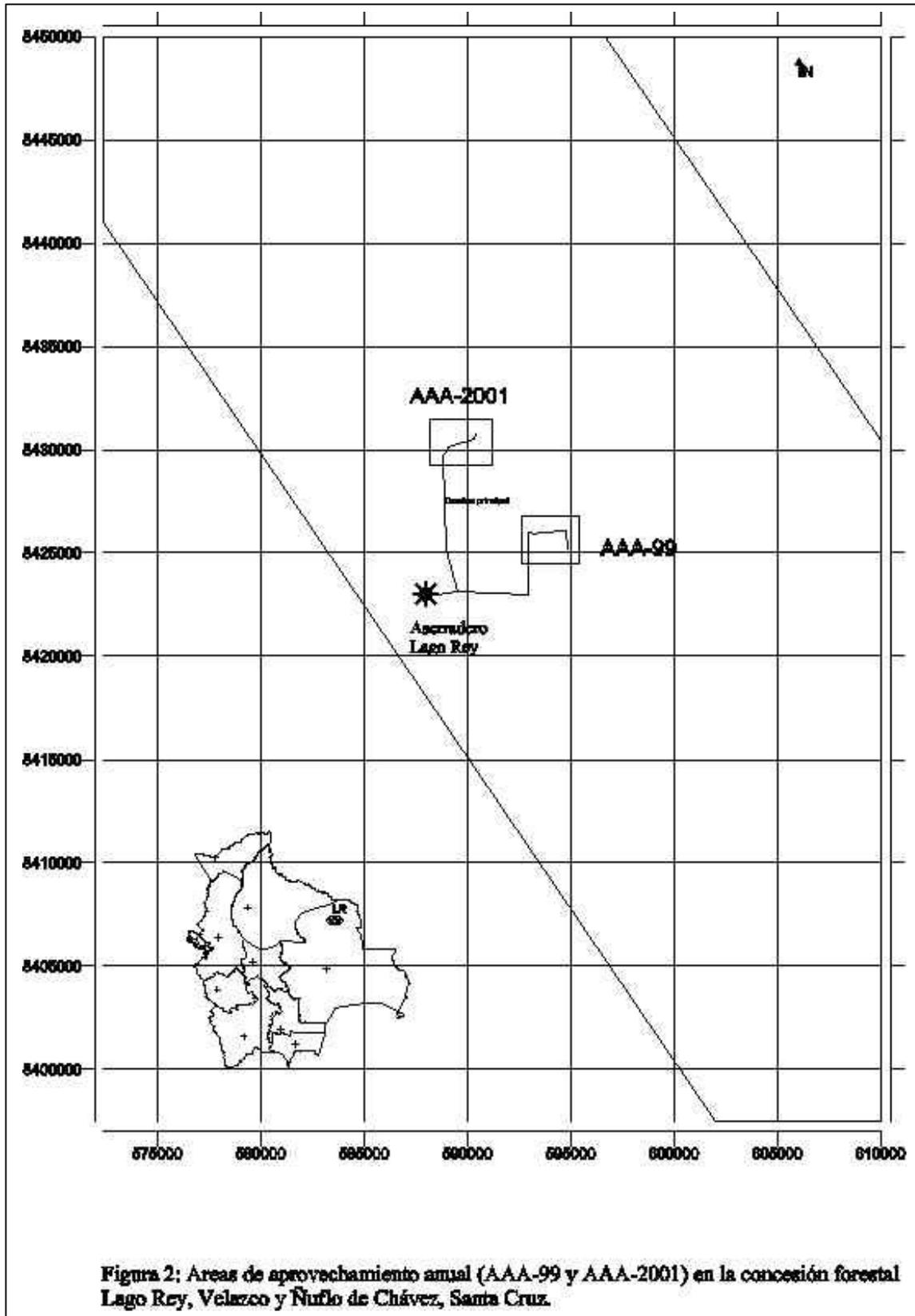
La concesión Lago Rey se halla en las provincias Velasco y Ñuflo de Chávez, dentro la Reserva Forestal de Producción del Bajo Paragará (Quevedo 1998) (Figura 2). La zona tiene una temperatura promedio que fluctúa entre 24 y 25° C y una precipitación anual que oscila entre los 1400 y 1500 mm (Montes de Oca 1997). En el aserradero de la concesión se registran los siguientes datos de precipitación: 1536 mm en 1994, 2028 mm en 1995 y 1862 mm en 1996. La zona se caracteriza por una estación seca marcada, que abarca de julio a agosto (Quevedo 1998).

El área de manejo abarca 120000 ha de bosque subhúmedo y se corresponde a bosque alto (36.83%), bosque mediano (46.34 %), bosque de galería (13.78%), bosque bajo (0.48 %), y otras áreas como cuerpos de agua, aserradero y áreas sin identificación (2.58%) (Quevedo 1998).

El aprovechamiento se viene realizando desde hace 19 años; primero se extrajo mara (*Swietenia macrophylla*), posteriormente roble (*Amburana cearensis*) y cedro (*Cedrela odorata*), y actualmente se están explotando otras especies como bibosí (*Ficus glabrata*), cambará (*Erismia uncinatum*), paquió (*Hymenaea courbaril*) y otras. En el área también se extrajo palmito (*Euterpe precatoria*) en el pasado (Quevedo 1998).

En el inventario forestal se registraron 125 especies arbóreas y, de éstas, 15 serán aprovechadas según lo especifica el plan de manejo forestal. La densidad de árboles con dap mayor 20 cm es de 91.07 árboles/ha, el área basal es de 9.5 m²/ha y el volumen corresponde a 47.71 m³/ha (Quevedo 1998).

El plan de manejo de la empresa concesionaria señala objetivos específicos para la conservación de la fauna, tales como el respeto de la veda general en el uso de fauna silvestre, la creación de áreas de protección (22.58 % de la superficie total de la concesión), el respeto de áreas ribereñas y el registro de alimentos claves para la fauna (Quevedo 1998).



SECCION II

Métodos

Para efectuar la evaluación de fauna silvestre en las áreas aprovechadas y no aprovechadas de las dos concesiones forestales, se utilizaron diferentes métodos, los mismos que se describen a continuación.

A. Parcelas de Huellas

Las parcelas de huellas se instalaron en un área aprovechada (AAA-99) y otra no aprovechada (AAA-2001), tanto en San Miguel como en Lago Rey (Figura 1 y 2). Las áreas de aprovechamiento anual (AAA) en ambas concesiones tienen varias sendas, que fueron abiertas para censar árboles; éstas son paralelas y están emplazadas de forma sistemática cada 250 metros. En las cuatro áreas, se instalaron cinco líneas de parcelas utilizando las sendas de censo de forma alterna.

Cada línea de parcelas constó de 10 parcelas de huellas (1 x 0.5 m), ubicadas cada 100 metros aproximadamente. Para la instalación de cada parcela, se limpió la superficie del suelo y se cernió una capa fina de tierra, utilizando una malla milimétrica. Una vez instaladas las parcelas, éstas se revisaron diariamente, durante períodos de cinco a siete días consecutivos. Cada día, después de efectuarse la revisión, se borraban las huellas y reacondicionaban las parcelas. En las mismas, se registraron las huellas de vertebrados grandes, medianos y pequeños de hábitos terrestres (mamíferos, aves y reptiles).

B. Otros Métodos de Apoyo

Para complementar los registros de huellas obtenidos mediante las parcelas, se utilizaron otros métodos como transectos; registros de huellas, excrementos, cuevas y escarbaduras; y captura de pequeños mamíferos.

El método de transectos (diurnos y nocturnos) consistió en recorrer caminos o sendas en las inmediaciones o dentro de las AAA del estudio. En los recorridos se consideraron la presencia de vertebrados (observados y escuchados), la distancia recorrida (punto inicial menos punto final), el número de individuo de cada especie (en caso de grupos), el tiempo de recorrido (hora inicial menos hora final) y algunas observaciones de relevancia para cada especie registrada.

El registro de huellas a lo largo de los caminos consistió en registrar la presencia de huellas de vertebrados en los caminos ubicados en las inmediaciones de las AAA, considerándose la distancia de recorrido (punto inicial menos final), las especies que dejaron huellas (u otros indicios) y algunas observaciones de relevancia para cada especie.

El registro de cuevas y escarbaduras consistió en anotar la presencia de éstas en cada una de las sendas de muestreo de huellas; para este fin, se instalaron cinco parcelas de 5 x 100 m. La presencia de excrementos se registró mediante cinco parcelas de 2 x 100 m ubicadas dentro de las parcelas de 10 x 100 m.

La captura de pequeños mamíferos consistió en colocar trampas Sherman en al inicio de cada línea de parcelas de huellas. En cada línea se ubicaron cinco puntos cada 20 metros y en cada punto se colocaron dos trampas. Estas se cebaron con arroz, para atraer mamíferos pequeños. En cada área de aprovechamiento, las trampas se mantuvieron activas por dos noches consecutivas y el primer día de revisión se renovó el cebo. Todos los individuos capturados en las tramas fueron sacrificados y los especímenes se entregaron al Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado.

Para la identificación de huellas, animales capturados y animales observados, así como de otros indicios, se utilizaron diferentes guías. Para mamíferos se consultaron las guías de Emmons y Feer (1999), Tirira (1999) y Anderson (1997). Para aves se usaron las guías de Hilty y Brown (1986), y Peña y Rumboll (1998). Finalmente, para la identificación de reptiles, se usó la guía de Norman y Naylor (1994). Las especies identificadas se hallan listadas en el Anexo A.

C. Análisis Estadístico

Para comparar la abundancia de huellas, cuevas y pequeños mamíferos entre las áreas aprovechadas y no aprovechadas, se utilizó la prueba de Mann-Whitney (Zar 1984), mediante el programa SYSTAT9. En las comparaciones se igualaron los esfuerzos de muestreo; para San Miguel sólo se compararon los registros de cinco días y para Lago Rey se compararon los registros de 6 días.

La comparación de diversidad entre áreas se efectuó mediante el índice de Shannon, utilizando el sistema de cálculo de t (Hutcheson citado por Magurran 1989; Zar 1984). Las muestras de las diferentes áreas se caracterizaron por medio de promedios y desviación estándar.

Para cada área de aprovechamiento anual, se estimó la riqueza de especies sobre la base de estimadores de abundancia (ACE, Chao1), incidencia (ICE, Chao2) y frecuencia de especies raras (“singletons”) y dobles (“doubletons”). Asimismo, se estimaron las especies esperadas (MMMean), a partir de las observadas (Sobs). Todos estos cálculos se realizaron mediante el programa EstimateS 5.0.1 (Colwell 1997).

Para la comparación de la abundancia de huellas y presencia de animales, se utilizó el índice huellas o encuentros directos por recorrido (todos los datos fueron estandarizados a un kilómetro de recorrido).

SECCION III

Resultados

A. San Miguel

A1. Parcelas de Huellas

Durante 6 días consecutivos de muestreo, en la AAA-99 se registraron 79 huellas de 11 especies de mamíferos, 33 huellas de 7 especies de aves y 10 huellas de 3 especies de reptiles. En la AAA-2001, durante 5 días consecutivos de muestreo, se registraron 77 huellas de 12 especies de mamíferos, 36 huellas de 7 especies de aves y 10 huellas de 2 especies de reptiles. En total (en ambas áreas) se registraron 156 huellas correspondientes a 14 especies de mamíferos, 69 huellas correspondientes a 8 especies de aves y 20 huellas correspondientes a 3 especies de reptiles (Cuadro 1 y Anexo A).

La abundancia de huellas de mamíferos no fue diferente entre la AAA-99 y la AAA-2001 ($U=12.5$, $P=0.99$) (Cuadro 2). La diversidad de mamíferos en la AAA-99 ($H'=0.85$) fue mayor que en la AAA-2001 ($H'=0.78$), si bien dicha diferencia no fue significativa estadísticamente ($GL=142$, $t_c=0.96$, $P=0.34$).

En el Cuadro 2, se compara detalladamente la abundancia de huellas mamíferos y aves entre la AAA-99 y la AAA-2001. En dicho cuadro, se puede constatar que la abundancia de huellas de mamíferos grandes, medianos y pequeños fue similar en ambas áreas. Al nivel de órdenes (carnívoros y ungulados), la abundancia de huellas es también semejante en ambas áreas. Asimismo, el análisis de abundancia de huellas de tres especies (*Mazama americana*, *M. gouazoubira* y *Dasyprocta* sp.) indica que ésta tampoco difiere entre áreas aprovechadas y no aprovechadas. Sin embargo, el grupo de los pequeños mamíferos y, dentro de éste, los ratones muestran diferente abundancia de huellas en las dos áreas mencionadas. En lo que se refiere a las aves, la abundancia de huellas es semejante en las dos áreas.

La curva de acumulación de especies observadas (Sobs, 13 especies) y esperadas (MMMMean, 15.14 especies) muestra una leve asíntota para las dos áreas, mientras que los estimadores de riqueza de especies, basados en abundancia (ACE y Chao 1) e incidencia (ICE y Chao2), indican que la riqueza de mamíferos en el AAA-99 fluctúa entre 19 y 22 especies, y en el AAA-2001 oscila entre 15 y 18 especies (Figura 3). En la AAA-99, la frecuencia de huellas únicas (“singletons”) desaparece en el quinto día de muestreo y la frecuencia de huellas dobles (“doubletons”) se mantiene durante todo el período de muestreo, mientras que en la AAA-2001 tanto la primera como la segunda se mantienen durante todo el período de muestreo (Figura 3).

A2. Métodos de Apoyo

Mediante los distintos métodos de apoyo que se describen en detalle en la anterior sección, se obtuvieron los siguientes resultados. En la AAA-99 se registró una rata espinosa nocturna utilizando el método de transectos, con un recorrido de 8.5 km durante un período acumulado de

5 horas y 20 minutos, mientras que en la AAA-2001 registró una ardilla roja después de haberse recorrido 2.4 km durante un período total de 1 hora y 21 minutos.

En los registros de huellas efectuados en las inmediaciones de caminos, se encontraron 55 huellas pertenecientes a cinco especies (*Tapirus terrestris*, *Mazama americana*, *Tayassu pecari*, *M. gouazoubira* y *Cerdocyon tous*) en un recorrido total de 3 km realizado en la AAA-99, y cinco huellas pertenecientes a cinco especies (las mismas que en la anterior) en un recorrido total de 1 km realizado en la AAA-2001. En general, las especies más abundantes en ambas áreas fueron *Tapirus terrestris* y *Mazama gouazoubira*.

Cuadro 1: Registro huellas de mamíferos, aves y reptiles terrestres en áreas de aprovechamiento anual (AAA-99 y AAA-2001) de la concesión San Miguel (Chiquitanía) y Lago Rey (Bajo Paraguá). Ver nombres científicos en el Anexo A.

Clase y Nombre común		San Miguel			Lago Rey		
		AAA99	AAA2001	TOTAL	AAA99	AAA2001	TOTAL
Mamíferos	Carachupa	-	1	1	-	2	2
	Peji	-	-	-	-	1	1
	Tatú	4	2	6	2	-	2
	Gato	4	3	7	11	7	18
	Tigre	1	1	2	3	4	7
	Tigrecillo	-	1	1	3	3	6
	Melero	1	-	1	-	2	2
	Tejón	1	-	1	2	-	2
	Zorro	6	5	11	6	1	7
	Anta	-	2	2	3	3	6
	Huaso	22	19	41	6	2	8
	Urina	16	31	47	2	4	6
	Chancho	1	1	2	-	-	-
	Jochi	-	-	-	48	49	97
	Tapití	8	7	15	4	4	8
	Ratón	15	4	19	48	81	129
	Sub total	79	77	156	138	163	301
Aves	Pava	2	4	6	3	2	5
	Pava coto colorado	-	-	-	-	5	5
	Pavichi	-	-	-	-	1	1
	Fonfona	4	4	8	-	-	-
	Perdiz	7	9	16	10	11	21
	Perdiz chica	4	2	6	-	4	4
	Perdiz grande	-	1	1	-	2	2
	Perdiz mediana	-	-	-	2	1	3
	Chaisita	13	13	26	4	6	10
	Cuquiza	2	3	5	-	-	-
	Pajarito	1	-	1	2	3	5
		Sub total	33	36	69	21	35
Reptiles	Jausi	5	7	12	-	-	-
	Peni	3	3	6	-	-	-
	Víbora	2	-	2	-	-	-
		Sub total	10	10	20	-	-
TOTALES		122	123	245	159	198	357

Cuadro 2: Comparación estadística de la abundancia de mamíferos y aves entre la AAA99 y la AAA2001 de la concesiones San Miguel y Lago Rey.

Grupos	Parámetros	San Miguel				Lago Rey			
		AAA-1999	AAA-2001	U-Test	P	AAA-1999	AAA-2001	U-Test	P
MAMIFEROS	No Indi.	99.00	77.00			138.00	163.00		
	D. Estándar	2.68	3.05			3.58	5.55		
	Promedio	15.80	15.40	12.5	0.990	27.60	32.60	6.0	0.172
M. Grandes	No Indi.	52.00	63.00			36.00	26.00		
	D. Estándar	3.98	3.58			0.84	2.39		
	Promedio	9.00	12.60	8.5	0.401	7.20	5.20	19.0	0.164
Carnívoros	No Indi.	13.00	10.00			25.00	17.00		
	D. Estándar	0.55	1.00			1.23	2.88		
	Promedio	2.60	2.00	17.0	0.307	5.00	3.40	17.0	0.340
Ungulados	No Indi.	39.00	53.00			11.00	9.00		
	D. Estándar	3.70	3.50			1.48	1.30		
	Promedio	7.80	10.60	6.0	0.173	2.20	1.80	15.5	0.519
Cérvidos (Huaso)	No Indi.	22.00	19.00			6.00	2.00		
	D. Estándar	1.52	1.92			1.30	0.55		
	Promedio	4.40	3.80	14.5	0.667	1.20	0.40	17.0	0.309
Cérvidos (Urina)	No Indi.	16.00	31.00			2.00	4.00		
	D. Estándar	3.27	2.78			0.55	0.84		
	Promedio	3.20	6.20	5.5	0.138	0.40	0.80	9.0	0.419
M. Medianos	No Indi.	12.00	10.00			54.00	56.00		
	D. Estándar	1.34	2.35			3.83	3.11		
	Promedio	2.40	2.00	16.0	0.449	10.80	11.20	11.0	0.750
Roedores (Jochi)	No Indi.	*	*			48.00	49.00		
	D. Estándar	*	*			3.65	3.03		
	Promedio	*	*	*	*	9.60	9.80	11.0	0.751
M. Pequeños	No Indi.	15.00	4.00			48.00	81.00		
	D. Estándar	1.58	1.10			9.60	6.06		
	Promedio	3.00	0.80	22.0	0.042	3.58	16.20	4.5	0.093
Roedores (Ratones)	No Indi.	48.00	81.00			15.00	4.00		
	D. Estándar	1.58	1.10			3.58	6.06		
	Promedio	3.00	0.80	22.0	0.042	9.60	16.20	4.5	0.093
AVES	No Indi.	33.00	36.00			21.00	35.00		
	D. Estándar	3.36	2.68			2.17	3.16		
	Promedio	6.60	7.20	11.5	0.828	4.20	7.00	5.5	0.141

Nota: No= Número de individuos, DS= Desviación estándar, X= Promedio, AAA= Áreas de aprovechamiento anual y *=sin registros.

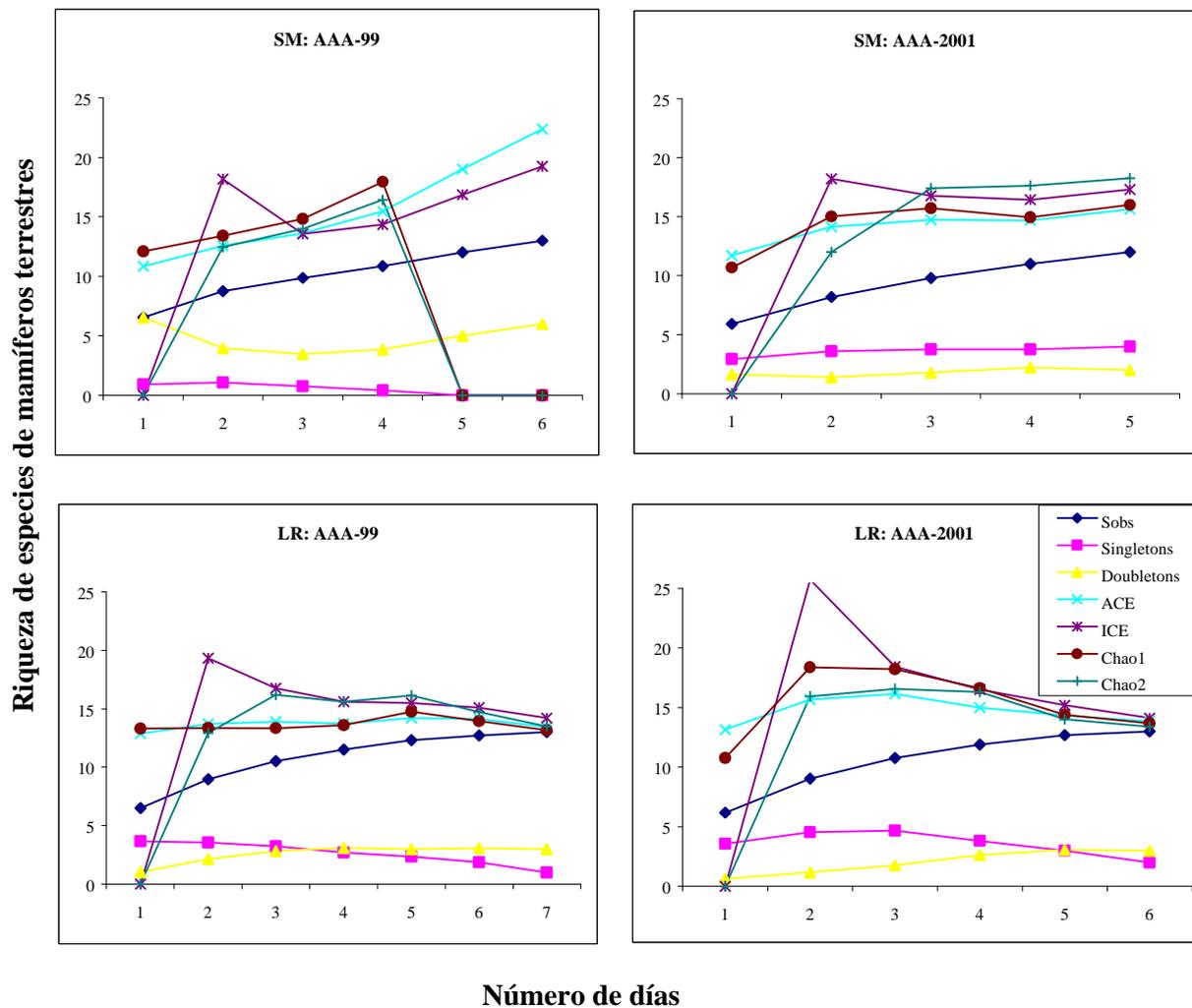


Figura 3: Curvas de acumulación de especies de acuerdo a estimadores de Colwell (1997)

En las parcelas de 2x100 m (para el registro de excrementos), se observaron 5 excrementos de 3 especies (*M. americana*, *T. pecari* y *M. gouazoubira*) en la AAA-99, mientras que en la AAA-2001 se registró un solo excremento de una especie (*Sylvilagus brasiliensis*). En las parcelas de 10 por 100 m (para el registro de cuevas y escarbaduras) se registraron 9 cuevas pertenecientes a tres especies (*Euphractus sexcintus*, *Pryodontes maximus* y *Dasypus* sp.) y 12 escarbaduras de dos especies (*Euphractus sexcintus* y *Dasypus* sp.) en AAA-99, mientras que en la AAA-2001 se registraron 19 cuevas pertenecientes a tres especies (*Euphractus sexcintus*, *Pryodontes maximus* y *Dasypus* sp.) y 15 escarbaduras de tres especies (*Euphractus sexcintus*, *Dasypus* sp. y *Tayassu pecari*).

B. Lago Rey

B1. Parcelas de huellas

Durante 7 días consecutivos de muestreo, en la AAA-99 se registraron 138 huellas de 12 especies de mamíferos y 21 huellas de 5 especies de aves; no habiéndose registrado indicios de reptiles. En la AAA-2001, durante 6 días consecutivos de muestreo, se registraron 163 huellas de 13 especies de mamíferos y 35 huellas de 9 especies de aves; tampoco se evidenciaron huellas de reptiles. En total (en ambas áreas) se registraron 301 huellas correspondientes a 15 especies de mamíferos, 56 huellas correspondientes a 9 especies de aves y, como se indicó anteriormente, ninguna huella de reptiles (Cuadro 1 y Anexo A).

La abundancia de huellas de mamíferos fue similar entre la AAA-99 y la AAA-2001 ($U=6$, $P=0.17$) (Cuadro 2). La diversidad de mamíferos en la AAA-99 ($H'=0.76$) fue mayor que en la AAA-2001 ($H'=0.65$); esta diferencia tiende a ser significativa estadísticamente ($GL=300$, $t_c=1.92$, $P=0.056$).

Si se analizan por tamaño los mamíferos grandes, medianos y pequeños, se puede observar que existen abundancias similares de éstos entre la AAA-99 y la AAA-2001 (Cuadro 2). Si bien la abundancia de pequeños mamíferos muestra una ligera tendencia de ser diferente entre ambas áreas ($P=0.09$). La abundancia de huellas de aves no difiere entre las dos áreas (Cuadro 2).

La curva de acumulación de especies observadas (Sobs, 13 especies) y esperadas (MMMMean, 17.2 especies) muestra una asíntota pronunciada para las dos áreas y los estimadores de riqueza de especies, basados en abundancia e incidencia, indican que la riqueza de mamíferos fluctúa entre 13 y 14 especies en ambas áreas (Figura 3). Asimismo, en ambas áreas la frecuencia de huellas únicas (“singletons”) desaparece y la frecuencia de huellas dobles (“doubletons”) se mantiene durante todo el período de muestreo (Figura 3).

B2. Métodos de apoyo

Los diferentes métodos de apoyo utilizados para el muestreo en Lago Rey permitieron obtener los siguientes resultados. En la AAA-99 se registraron 38 individuos de mamíferos que incluyeron ardilla roja, jochi colorado, rata espinosa, ratones, huaso, mono martín y mono michi utilizando el método de transectos, con un recorrido de 7.4 km durante un período acumulado de 5 horas y 37 minutos. Entre las especies registradas en la AAA-99, las más frecuentes fueron *Dasyprocta* sp. y ratones de la familia Muridae. En la AAA-2001 se registraron 16 individuos de mamíferos que incluyen anta, mono nocturno, jochi colorado, mono michi, rata espinosa y ratones, después de haberse recorrido 7.6 km durante un período total de 5 horas y 15 minutos. Las especies más frecuentes en esta área fueron *Aotus* sp. y ratones de la familia Muridae.

En los registros de huellas efectuados en las inmediaciones de caminos, se encontraron 16 huellas pertenecientes a siete especies (*Tapirus terrestris*, *Mazama americana*, *Cerdocyon tous*, *Felis wedii*, *Pantera onca*, *Felis pardalis* y *Dasyprocta* sp.) en un recorrido total de 1 km realizado en la AAA-99, y cinco huellas pertenecientes a cinco especies (*Tapirus terrestris*, *Mazama americana*, *Cerdocyon tous*, *Felis wedii*, *Pantera onca* y *Dasyprocta* sp.) en un recorrido total de 1.2 km realizado en la AAA-2001.

En las parcelas de 2x100 m (para el registro de excrementos) no se evidenciaron excrementos. En las parcelas de 10 por 100 m (para el registro de cuevas y escarbaduras) se registraron escarbaduras de tres especies (*Penelope* sp., *Mitu* sp. y *Dasyopus* sp.) y 2 cuevas de dos especies (*Euphractus sexcintus* y *Dasyopus* sp.) en AAA-99, mientras que en la AAA-2001 se registraron escarbaduras pertenecientes a tres especies (*Euphractus sexcintus*, *Dasyopus* sp. y *Penelope* sp.) y 2 cuevas de dos especies (*Dasyopus* sp. y *Ctenomys* sp.).

En dos noches de muestreo con trampas, se capturaron 26 individuos en la AAA-99 y 15 individuos en la AAA-2001. El total de 41 individuos capturados en trampas corresponde a siete especies. En la AAA-99 se capturaron 3 individuos de la especie *Akodon* sp., 7 de *Oligorizomys* sp., 2 de *Orizomys capito*, 13 de *O. nitidus* y 1 de *Proechimys* sp. En la AAA-2001 se capturaron 1 individuo de la especie *Akodon* sp., 1 de *O. capito*, 4 de *O. nitidus*, 6 de *Orizomys* sp., 2 de *Proechimys* sp. y 1 marsupial. La abundancia de pequeños mamíferos no difirió entre la AAA-99 y la AAA-2001 (U=10.5; P=0.46).

Discusión y Conclusiones

A. San Miguel

En la concesión San Miguel la abundancia de huellas de mamíferos y aves terrestres fue similar tanto para las áreas aprovechadas como no aprovechadas (AAA-99 y AAA-2001 respectivamente). Los mamíferos agrupados por tamaño muestran abundancias semejantes, exceptuando a los roedores que tienden a diferir en este aspecto. Estos datos pueden ser una indicación de que el aprovechamiento forestal no disminuye ni aumenta la abundancia de mamíferos, dependiendo de las características de adaptabilidad de cada especie. Esta posibilidad se evidenció en un estudio efectuado en la zona de Lomerío, cuyos bosques son similares a los de San Miguel, y en el cual se determinó que los pequeños mamíferos, los reptiles y las aves no son beneficiados ni perjudicados por la extracción forestal (Fredericksen *et al.* 1999, Flores *et al.* 2000, en revisión). Asimismo, en otro estudio realizado en el mismo bosque, Guinart (1997) tampoco encontró efectos significativos del aprovechamiento en los mamíferos.

En San Miguel, el número de especies fue menor en áreas aprovechadas que en áreas no aprovechadas, si bien la diferencia no entre ambas no es significativa estadísticamente. No obstante, según los estimadores de riqueza (Colwell 1997), habría un menor número de especies en áreas no aprovechadas que en áreas aprovechadas. Esta diferencia puede deberse al esfuerzo, la época y el lugar de muestreo.

En los muestreos, los ungulados fueron el grupo más frecuente en los dos tipos de área, seguidos por los roedores (Anexo A). Las especies más abundantes fueron *M. americana* y *M. gouazoubira*, seguidas por *S. brasiliensis* y ratones de la familia Muridae.

En anteriores muestreos, realizados en 1997 en la misma concesión (empleando métodos de transectos, encuestas, registro de restos de animales en campamentos, registro de huellas en caminos, y registros de cuevas y excrementos), las especies más abundantes fueron *C. tous*, *Dasyus* sp., *M. americana*, *T. terrestris*, *T. tayassu* y *Geochelone* sp. (Herrera 2000), mientras que en el presente estudio (utilizando los mismos métodos, exceptuando las encuestas y el registro de restos en campamentos) las especies más frecuentes fueron *T. terrestris*, *M. gouazoubira* y *C. tous*.

Cabe resaltar que tanto en el muestreo de 1997, como en el efectuado para el presente trabajo, *M. gouazoubira* es la especie más abundante, lo cual coincide con estudios realizados en la zona de Lomerío que, como se indicó anteriormente, tiene el mismo tipo de bosque que el área de estudio (Guinart 1997, Morales 2000).

B. Lago Rey

En la concesión Lago Rey, la abundancia de huellas de mamíferos y aves, en general, es mayor en áreas no aprovechadas, aunque la diferencia no es significativa. Cabe señalar que durante la

evaluación no se registraron rastros de reptiles, lo cual posiblemente se debe al tipo de vegetación y la época de muestreo.

El número de especies fue menor en áreas aprovechadas que en áreas no aprovechadas, pero esta diferencia no fue significativa. Los estimadores de riqueza de especies indican que existen entre 13 y 14 especies en ambas áreas. Esta aproximación se confirma con las curvas de acumulación de especies, en las que se observa una asíntota pronunciada.

En general la abundancia de roedores (estimada sobre la base de capturas) no varía significativamente entre áreas aprovechadas y no aprovechadas, siendo las especies más comunes *Akodon* sp. y *Oryzomys* sp. En otros estudios efectuados en bosques con características ecológicas relativamente diferentes se observa también una tendencia a mayor abundancia de pequeños mamíferos en áreas aprovechadas. Tal es el caso de la concesión La Chonta y del bosque de Lomerío, donde se estableció que la abundancia de pequeños mamíferos aumenta en áreas aprovechadas, con respecto a las no aprovechadas (Fredericksen & Fredericksen 2000, Guinart 1997).

La composición de especies de pequeños mamíferos capturados en Lago Rey muestra que los marsupiales y un roedor (*Proechimys* sp.) desaparecen después del aprovechamiento. Esta misma tendencia se observó en estudios similares llevados a cabo en Lomerío y Oquiriquia (Guinart 1997, Herrera 2000).

En las dos concesiones evaluadas para el presente estudio, se evidencia un aumento en la abundancia y variaciones en la composición de pequeños mamíferos después del aprovechamiento forestal. Estos cambios se pueden explicar por el efecto de la extracción de árboles, que varía la estructura del bosque y la composición de especies vegetales, con los consiguientes cambios en la composición de especies de la fauna. Estas variaciones se han comprobado en varios estudios efectuados en bosques donde se practica la extracción maderera (Vitt *et al.* 1997, Fredericksen & Fredericksen 2000, King *et al.* 1998, Haskell 1999, Herrera 2000, Guinart 1997, Flores *et al.* 2000, en revisión).

Recomendaciones

Los resultados del presente estudio demuestran que la abundancia de algunos grupos de mamíferos varía con la extracción forestal. No obstante, es necesario llevar a cabo estudios a corto plazo y efectuar un monitoreo de la fauna a largo plazo, para conocer las fluctuaciones de abundancia, diversidad y composición en las áreas de aprovechamiento y entre épocas en los diferentes años. Sobre la base de estos estudios, se podrán emitir recomendaciones para la conservación de la biodiversidad en los bosques sujetos a manejo.

En los estudios de fauna silvestre a corto y largo plazo se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los responsables de campo (ingenieros forestales, administradores, etc.) y personal en general deben ser capacitados para registrar datos de fauna silvestre de acuerdo al objetivo planteado en los planes de manejo forestal y planes operativos anuales.
- Los esfuerzos aplicados en el muestreo mediante parcelas de huellas sugieren que en el Bajo Paraguá sería suficiente un muestreo de 6 días consecutivos, mientras que en la Chiquitanía se requeriría 7 días consecutivos para este fin.
- Las especies comunes y abundantes, como huaso, urina, jochi colorado, ratones y perdices, podrían ser especies indicadoras para la comparación entre áreas aprovechadas y no aprovechadas en el Bajo Paraguá y la Chiquitanía. Además, las mismas especies podrían ser aprovechadas para el ecoturismo, especialmente en las empresas certificadas.

SECCION VI

Referencias Bibliográficas

- Anderson S. 1997. Mammals of Bolivia, taxonomy and distribution; American Museum of Natural History, New York, 652 pp.
- Arce L. A. 1998. Plan de manejo forestal: concesión San Miguel. Laminadora San Miguel LTDA.
- Colwell R. 1997. Statical estimation of species richness and shared species from samples, ESTIMATES 5.0.1,. University of Connecticut.
- Emmons L. & Feer F., 1999. Mamíferos de los bosques húmedo de América tropical: una guía de campo. Primera edición en español, Santa Cruz, Bolivia. 298 pp.
- Flores B., Rumíz D., Fredericksen T. & Fredericksen N. 2000. En revisión. Bird use of logging gaps and undisturbed forest: in a Bolivian tropical humid Forest. Biotropica.
- Fredericksen N. & Fredericksen T. 2000. Respuesta de la fauna terrestre al aprovechamiento forestal y los incendios en un bosque húmedo tropical en Bolivia. Doc. Tec. /89/2000. BOLFOR. USAID/BOLIVIA.
- Fredericksen N., Fredericksen T., Flores B. & Rumiz D. 1999. Uso de claros de corta de diferente tamaño, por la fauna silvestre, en un bosque seco tropical. Doc. Tec. /81/1999. BOLFOR. USAID-BOLIVIA.
- Guinart D. 1997. Los mamíferos del bosque semideciduo neotropical de Lomerio (Bolivia). Interacción indígena. Proyecto BOLFOR, WCS. Tesis de doctorado.
- Haskell D. 1999. Effects of forest roads on macroinvertebrate soil fauna of the southern Appalachian Mountains. Conservation Biology. Volumen 14: 57-63.
- Herrera 2000. Evaluación rápida de fauna silvestre en áreas de producción forestal: Estudios de caso. Doc. Tec. 85/2000, Proyecto BOLFOR.
- Hilty S. & Brown W. 1990. A guide to the birds of Colombia, United States of America; Princeton University, 836 pp.
- Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. J.Theor. Biol., 29, 151-4. Citado en: Magurran 1989. Diversidad ecológica y su medición. 1ra ed. en español, Barcelona, España, 200 pp.
- King D., Degraaf R. & Griffin C. 1998. Edge-related nest predation in clearcut and group-cut stands. Cons. Bio. 12: 1412-1415.

- Lindenmayer D., Margules C. & Botkin D. 1999. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Cons. Bio.* 14: 941-950.
- Magurran A. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. 1ra ed. en español, Barcelona, España, 200 pp.
- Montes de Oca, I. 1997. *Geografía y Recursos Naturales de Bolivia*. 3ra edición, La Paz – Bolivia.
- Morales T. 1999. *Bases para un manejo sostenible de la fauna en Lomerío, mediante el monitoreo de la cacería*. Tesis de grado en ciencias biológicas. UMSA. La Paz – Bolivia.
- Norman D. & Naylor L. 1994. *Anfibios y reptiles del chaco Paraguayo, TOMO I*. 1ª ed. San José, C.R. 282 pp.
- Peña M., R. & Rumboll M., 1998. *Birds of southern South America and Anctartica*. HarperCollinsPublishers Ltd. 304 pp.
- Quevedo R. 1998. *Plan de manejo forestal: concesión Lago Rey*. Aserradero Lago Rey Ltda.
- Rumiz D. & Herrera J.C., 2000. *Wildlife diversity and selective mahogany logging in bosque Chimanes, Beni: Surveying mammals and other vetebrates by line transect, track quadrats, live-trapping and mist-netting*. En: SI/MAB. 2000. *Biodiversidad, conservación y manejo en la región de la reserva de la biosfera Estación Biológica del Beni, Bolivia*. Serie No. 4.
- Tirira 1999. *Mamíferos del Ecuador*. Quito, Ecuador. 392 pp.
- Vitt L.J., Avila-Pires T., Caldwell J. & Oliveira V. 1997. *The impact of individual tree harvesting on termal environments of lizard in amazonia rain forest*. *Conservation Biology*. Volumen 12: 654-663.
- Zar, H. J. 1984. *Biostatistical análisis*. Second Edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 718 pp.